

대한민국 특허청

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2003-0027430
Application Number

출원년월일 : 2003년 04월 30일
Date of Application APR 30, 2003

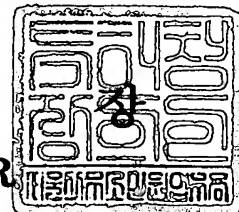
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 07 월 22 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2003.04.30
【발명의 명칭】	하이브리드 재전송 시스템에서 LDPC 부호를 사용하는 인코딩 장치 및 디코딩 장치
【발명의 영문명칭】	Encoding and Decoding Apparatus using Low Density Parity Check codes
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【명칭】	유미특허법인
【대리인코드】	9-2001-100003-6
【지정된변리사】	이원일
【포괄위임등록번호】	2001-038431-4
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김정임
【성명의 영문표기】	KIM, JUNG IM
【주민등록번호】	671001-2047015
【우편번호】	302-752
【주소】	대전광역시 서구 월평동 백합아파트 106동 401호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	고영조
【성명의 영문표기】	KO, YOUNG JO
【주민등록번호】	700303-1558311
【우편번호】	302-752
【주소】	대전광역시 서구 월평2동 백합아파트 106동 401호
【국적】	KR
【우선권주장】	
【출원국명】	KR
【출원종류】	특허

【출원번호】	10-2002-0083722		
【출원일자】	2002.12.24		
【증명서류】	첨부		
【심사청구】	청구		
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 유미특허법인 (인)		
【수수료】			
【기본출원료】	20	면	29,000 원
【가산출원료】	22	면	22,000 원
【우선권주장료】	1	건	26,000 원
【심사청구료】	20	항	749,000 원
【합계】	826,000 원		
【감면사유】	정부출연연구기관		
【감면후 수수료】	426,000 원		
【기술이전】			
【기술양도】	희망		
【실시권 허여】	희망		
【기술지도】	희망		
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통 2.우선권증명서류 및 동 번역문[특허청기제출]_1통		

【요약서】**【요약】**

본 발명은 하이브리드 재전송 시스템에서 LDPC(Low Density Parity Check) 부호를 사용하는 인코딩 장치 및 디코딩 장치에 관한 것이다.

이 LDPC 인코딩 장치의 제1 LDPC 부호 인코더는 입력 정보 데이터에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 상기 디코딩 장치로 전송한다. 인터리버는 입력 정보 데이터를 인터리빙시켜 출력한다. 제2 LDPC 부호 인코더는 입력 정보 데이터에 대해 제1 LDPC 부호 인코더와 병렬되게 위치하며, 인터리버에 의해 인터리빙된 입력 정보 데이터에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 디코딩 장치로 전송한다. 이 때, 제1 LDPC 부호 인코더는 디코딩 장치로부터의 재전송 요청에 따라 입력 정보 데이터의 홀수 번째 전송으로 자신의 출력을 디코딩 장치로 전송하고, 제2 LDPC 부호 인코더는 디코딩 장치로부터의 재전송 요청에 따라 입력 정보 데이터의 짝수 번째 전송으로 자신의 출력을 디코딩 장치로 전송한다.

본 발명에 따르면, LDPC 부호를 사용하기 때문에 터보코드의 에러플로(error floor) 현상이 완화되고, 디코딩시간의 감소로 데이터 전송효율(data throughput)이 증가된다.

【대표도】

도 2

【색인어】

하이브리드 재전송, 오류정정부호, LDPC 부호, 디코더, 인코더, 인터리버

【명세서】**【발명의 명칭】**

하이브리드 재전송 시스템에서 LDPC 부호를 사용하는 인코딩 장치 및 디코딩 장치 {Encoding and Decoding Apparatus using Low Density Parity Check codes}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 EV-DO와 HSDPA시스템에서 사용하는 하이브리드 재전송방식의 개념을 도식적으로 그린 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 재전송 시스템에서 LDPC 부호를 사용하는 인코딩 장치 및 디코딩 장치의 블록도이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 하이브리드 재전송 시스템에서 LDPC 부호를 사용하는 인코딩 장치 및 디코딩 장치의 블록도이다.

도 4는 LDPC 부호를 사용하여 하이브리드 재전송을 수행하는 방식 중Incremental Redundancy 방식의 경우 구성되는 생성 매트릭스 및 패리티체크 매트릭스를 도시한 도면이다.

【발명의 상세한 설명】**【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<5> 본 발명은 하이브리드 재전송시스템에 관한 것으로, 특히 오류정정 부호로 LDPC(Low Density Parity Check) 부호를 사용하고, 재전송시에 패킷을 인터리빙시켜, 오

류정정 능력 및 패킷데이터 전송 효율을 향상시키는 LDPC 부호를 사용하는 인코딩 장치 및 디코딩 장치에 관한 것이다.

<6> 통신시스템에서 채널환경에 의해 발생하는 에러를 제어하는 방식은 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 채널상에서 발생한 에러를 수신측(receiver)에서 정정(correction)하지 않고 검출(detection)만하여 전송측(transmitter)에 알려 전송단에서 재전송(Automatic Repeat request: ARQ)하는 방식이고, 다른 하나는 발생한 에러를 재전송하지 않고, 정정하는 오류정정 부호(Forward Error Correction)를 사용하는 방식이다.

<7> 최근 한편, 상기한 재전송도하면서 오류를 정정하는 기술을 하이브리드 재전송(Hybrid Automatic Repeat request: HARQ)기술이라 한다. 이동통신 시스템에서는 상기한 재전송과 오류정정 부호를 모두 독립적인 기술로 사용하다가, 최근 고속데이터 전송을 위해, 상기한 재전송도하면서 오류를 정정하는 하이브리드 재전송(Hybrid Automatic Repeat request: HARQ) 기술을 사용하고 있다.

<8> 3세대 이동통신 시스템에서 동기방식의 고속데이터 서비스 시스템인 EV-DO(EVolution-Data Only) 시스템과 비동기 방식의 HSDPA(High Speed Downlink Packet Access) 시스템은 하이브리드 재전송(HARQ) 기술을 사용한다. 이러한 재전송 기술에서는 오류정정 부호로 터보코드(Turbo Codes)를, 재전송 방식(ARQ)으로 Chase combining(채이스 결합)과 Incremental Redundancy(증분 리던던시) 방식을 사용하고 있다.

<9> EV-DO 시스템과 HSDPA 시스템은 정보데이터(information data)를 터보인코더로 부호화(encoding)한 데이터 패킷을 전송하고, 수신측에서 수신하여 터보디코더로 디코딩을 수행하였을 때, 디코딩을 실패한 경우, 전송단이 다시 데이터 패킷을 전송하도록 전송측에 실패한 사실을 알려준다.

- <10> 한편, 수신측은 디코더로 디코딩한후 디코딩 결과로 CRC검사를 수행하여 디코딩 성공 또는 실패 여부를 판정한다. 판정된 결과가 성공이면, ACK(Acknowledgment)를 전송측에 보내고, 실패하면 NAK(Negative Acknowledgement)를 전송측에 보낸다. 전송측은 수신측으로부터 ACK를 수신하면 전송을 성공했으므로 새로운 데이터를 보내고, NAK를 수신하면 주어진 재전송횟수 내에서 재전송을 시도한다.
- <11> 재전송 방식 중 Chase combining 방식은 재전송시에 전송측은 전에 보낸 데이터 패킷과 똑같은 패킷을 전송하고, 수신측은 재전송된 패킷과 전에 보내진 패킷을 결합하여 디코더로 복호를 수행한다. Incremental Redundancy 방식은 재전송시에 전송측에서 전에 전송한 데이터 패킷과 다른 형태로 데이터 패킷을 부호화하여 수신측으로 전송한다.
- <12> 원래, 오류정정 부호는 보내고자 하는 데이터에 부호화를 수행하여 리던던시를 추가하여 전송하면, 디코더에서 리던던시를 이용하여 디코딩할 때 보내고자 하는 데이터를 복원하는 원리를 사용한다. Incremental Redundancy 방식은 재전송 할 때 마다 리던던시를 추가하여 디코더 입장에서 리던던시의 증가로 디코더의 효율을 높이는 방식이다. 따라서 수신측에서는 전에 전송된 패킷과 새롭게 수신된 패킷을 함께 사용하여 디코딩을 수행한다. Chase combining은 전송측에서 같은 패킷을 여러 번 재전송하고, 수신측에서 여러 번 수신된 패킷을 결합하여 디코딩을 수행하기 때문에 시스템의 복잡도는 크게 증가하지 않는다. 따라서, Chase combining은 패킷을 여러 번 전송하여 결합하기 때문에 다이버서티 이득만을 얻을 수 있는 반면에, Incremental Redundancy 방식은 재전송시에 다른 패킷으로 변환시켜 전송하기 때문에, 인코더에는 약간의 복잡도가 증가하고, 디코더에는 재전송될 때마다 수신되는 패킷의 증가로 복잡도가 매우 증가하게 된다. 그러나, Incremental Redundancy는 새로운 형태의 패킷의 수신과 디코딩으로 상대적으로 정

확하게 원래의 정보신호를 복원할 확률이 높다. 따라서, Incremental Redundancy 방식은 다이버서티 이득과 코딩이득을 동시에 얻을 수 있기 때문에 성능이 더 좋은 것으로 알려져 있다. 즉, Chase combining은 Incremental Redundancy 방식보다 성능이 열등하지만, 시스템의 복잡도의 증가를 작게한다는 장점이 있고, Incremental Redundancy 방식은 성능은 우월하지만 시스템의 복잡도 증가를 크게 한다는 단점이 있다.

<13> 오류정정 부호는 블록 부호(Block Codes)와 트렐리스 부호(Trellis Codes)로 나눌 수 있다. 블록 부호의 예로는 LDPC 부호가 있으며, 트렐리스 부호의 예로는 터보코드의 컨볼루셔널 인코더가 있다.

<14> 블록 부호의 경우, 생성 매트릭스(Generating matrix, G)와 패리티 체크 매트릭스(Parity Check matrix, H)에 의해 인코더와 디코더의 특징이 결정된다. 기본적으로 LDPC 부호는 1개의 인코더로 부호화하고, 1개의 디코더로 반복 복호를 수행하여 터보코드와 유사한 좋은 성능을 얻을 수 있다. 이 때 디코더는 패리티 체크 매트릭스 H와 수신된 부호어 C'의 관계($H \cdot C' = 0$)를 만족하는 확률값을 계산하여 디코딩을 수행한다.

<15> 트렐리스 부호의 경우, 생성 다항식을 이용하여 인코딩하고, 디코더는 가능한 트렐리스에 대한 모든 확률을 계산하여 디코딩을 수행한다.

<16> 이와 같이, LDPC 부호의 경우, 디코더에서 패리티 체크 매트릭스 H와 수신된 부호어 C'의 관계($H \cdot C' = 0$)를 병렬로 계산처리가 가능하나, 트렐리스 부호는 트렐리스에 대해 순차적으로 디코딩해야 하므로 병렬 계산이 불가하여 시간이 많이 걸린다는 문제점이 있다.

- <17> 터보코드는 인코더에서 두 개의 컨볼루셔널 인코더와 인터리버를 사용하고, 디코더에서 두 개의 디코더로 반복적으로 디코딩을 수행한다는 점에서 성능이 보장된다. 즉, 터보코드를 한 개의 인코더와 디코더만으로 구성하여서는 터보코드에 기대하는 좋은 성능이 나오지 않는다.
- <18> 첨부한 도 1은 EV-DO와 HSDPA시스템에서 사용하는 하이브리드 재전송 방식의 개념을 도식적으로 그린 그림이다.
- <19> 도 1에서 컨볼루셔널 인코더1, 컨볼루셔널 인코더2, 인터리버, 천공자, 즉, 터보코드가 하이브리드 재전송 인코더로 구성되어 있음을 볼 수 있다(재전송을 수행하지 않는 경우에도 동일한 구성이 사용된다).
- <20> 부호율 1/3에서 Chase combining을 사용하는 경우, 종래의 하이브리드 재전송기술의 예를 설명하면 다음과 같다.
- <21> 전송측은 첫 번째로 데이터 X, Y1, Z2를 전송하고, 수신측에서 디코딩을 수행하여 CRC 검사로 디코딩이 실패했다고 판정하는 경우, 디코딩한 결과를 저장하고 재전송을 요구한다. 전송측은 같은 데이터 X, Y1, Z2를 재전송한다.
- <22> 수신측은 디코딩을 수행하고, 실패한 경우, 주어진 재전송 요구 횟수보다 적으면 전송측에게 재전송을 요구한다. 위의 과정이 주어진 재전송 횟수보다 적을 때까지 수행된다.
- <23> 반면에, Incremental Redundancy 방식에서는 전송측은 X, Y1, Z2를 전송하고, 수신측에서 디코딩을 실패한 경우, 디코딩 결과를 저장하고, 재전송을 요구한다. 전송측은 데이터 X, Y2, Z1을 재전송하고, 수신측은 수신된 데이터와 전에 저장한 데이터를 이용

하여 디코딩을 수행한다. 디코딩이 실패하는 경우, 주어진 재전송 요구 횟수보다 적으면 다시 재전송을 요구한다. 전송측은 홀수 번째 전송에는 데이터 X, Y1, Z2를 전송하고, 짝수 번째는 전송에는 데이터 X, Y2, Z1을 전송한다. 위의 과정이 주어진 재전송 횟수보다 적을때까지 수행된다.

<24> 상기한 바와 같이, 고속데이터 전송을 위해 오류정정 부호로 터보코드를 사용하는 경우, 사용하는 동작점에서 더 많은 신호 에너지를 사용해도 성능이 향상되지 않는 에러 플로(error floor) 현상과 디코더가 심볼 단위로 순차적으로(sequential) 동작하기 때문에 디코딩 시간이 많이 걸린다는 문제점이 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<25> 따라서, 본 발명의 목적은 상기한 문제점을 극복하기 위해 하이브리드 재전송 시스템에서 터보코드 대신에 디코더에서 병렬 계산 처리가 가능한 LDPC 부호를 사용하는 인코딩 장치 및 디코딩 장치를 제공하는 데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<26> 본 발명의 실시예에서는 종래의 하이브리드 재전송 인코더가 터보인코더를 사용하는 것과 달리 LDPC 부호 인코더를 사용한다는 것, 특히 2개의 LDPC 부호 인코더와 인터리버를 사용한다는 것을 특징으로 한다.

<27> LDPC 부호를 사용하여 하이브리드 재전송을 수행하는 방식으로 chase combining과 incremental Redundancy 방식 등을 고려할 수 있다. 이들 방식 중 Incremental Redundancy 방식으로 하려면, 첨부한 도 4와 같이 생성 매트릭스 G와 패리티체크 매트릭스 H를 구성할 수 있다. 여기서, G1 및 H1은 첫 번째 전송에 해당되고, G2 및 H2는 두

번째 전송에 해당되며, G3 및 H3는 세 번째 전송에 해당된다. 이와 같이, 매트릭스 크기가 재전송 횟수마다 크게 증가하므로 Incremental Redundancy 방식은 시스템의 복잡도를 크게 증가시킨다.

- <28> LDPC 부호는 부호율 1/2에서 부호율이 감소되어도 터보부호만큼 성능이 향상되지 않으므로, 재전송 방식에서 Incremental Redundancy를 사용하면, 성능 향상에 비해 복잡도 증가가 매우 크다. 따라서, 적당한 복잡도를 요구하는 시스템의 경우, chase combining 방식이 Incremental Redundancy 방식보다 더 적합하다.
- <29> 따라서, 본 발명에서는 chase combining 방식을 변형하여, 종래의 chase combining 방식보다 성능이 우수한 방식을 제안한다.
- <30> 본래의 chase combining 방식에서는 1개의 인코더와 1개의 디코더로 구성되고, 하이브리드 재전송시에 전송측은 1개의 인코더로 인코딩하여 같은 패킷을 재전송하고, 수신측은 전에 디코딩한 결과와 현재 수신된 부호어를 신호대 잡음비로 가중치(weighting)를 곱하여 더한 결과를 디코더에 입력시켜 디코딩하는 방식이다.
- <31> 본 발명에서는 두 개의 LDPC 부호 디코더 간에 정보를 교환하여 한 개의 LDPC 부호 디코더를 사용할 때보다 많은 정보를 이용하여 디코딩함으로써 디코딩의 정확도를 높일 수 있다.
- <32> 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 하나의 특징에 따른 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 인코딩 장치는,
- <33> 입력 정보 데이터에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 상기 디코딩 장치로 전송하는 제 1 LDPC 부호 인코더; 상기 입력 정보 데이터를 인터리빙시켜 출력하는 인터리버; 및 상

기 입력 정보 데이터에 대해 상기 제1 LDPC 부호 인코더와 병렬되게 위치하며, 상기 인터리버에 의해 인터리빙된 입력 정보 데이터에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 상기 디코딩 장치로 전송하는 제2 LDPC 부호 인코더를 포함하며, 상기 제1 LDPC 부호 인코더는 상기 디코딩 장치로부터의 재전송 요청에 따라 상기 입력 정보 데이터의 홀수 번째 전송으로 자신의 출력을 상기 디코딩 장치로 전송하고, 상기 제2 LDPC 부호 인코더는 상기 디코딩 장치로부터의 재전송 요청에 따라 상기 입력 정보 데이터의 짝수 번째 전송으로 자신의 출력을 상기 디코딩 장치로 전송하는 것이 바람직하다.

<34> 여기서, 상기 인코딩 장치는 상기 디코딩 장치로부터 재전송이 요청되는 경우, 홀수 번째 전송을 위해 상기 제1 LDPC 부호 인코더를 제어하고, 짝수 번째 전송을 위해 상기 제2 LDPC 부호 인코더를 제어하는 인코딩 제어부를 더 포함한다.

<35> 또한, 상기 제1 LDPC 부호 인코더 및 제2 LDPC 부호 인코더는 동일한 생성 매트릭스 및 패리티 체크 매트릭스를 가지는 것이 바람직하다.

<36> 또한, 상기 디코딩 장치의 재전송 요청에 대해 chase combineing 방식에 따라 상기 제1 LDPC 부호 인코더 및 제2 LDPC 부호 인코더가 재전송을 수행하는 것이 바람직하다.

<37> 본 발명의 다른 특징에 따른 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치는,

<38> 상기 인코딩 장치에서 전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하는 제1 LDPC 부호 디코더 및 제2 LDPC 부호 디코더; 상기 제1 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 인터리빙시켜 상기 제2 LDPC 부호 디코더로 출력하는 인터리버; 상기 제2 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 디인터리빙시켜 상기 제1 LDPC 부호

디코더로 출력하는 디인터리버를 포함하며, 상기 제1 LDPC 부호 디코더는 상기 인코딩 장치에서 새로이 전송되는 LDPC 부호화된 부호어 및 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치에서 홀수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하고, 상기 제2 LDPC 부호 디코더는 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치에서 짝수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하며, 상기 인코딩 장치에서 새로이 전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 최종 출력은 상기 제1 LDPC 부호 디코더에서 출력되고, 상기 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치에서 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 최종 출력은 상기 디인터리버에서 출력되는 것이 바람직하다.

<39> 여기서, 상기 디코딩 장치는 상기 제1 LDPC 부호 디코더 및 제2 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터의 CRC 검사를 수행하는 CRC 검사부; 및 상기 CRC 검사부에 의해 수행된 CRC 검사 결과에 따라 디코딩 성공/실패 여부를 판정하여 상기 인코딩 장치로 전달하고, 상기 인코딩 장치로부터 새로이 전송되거나 재전송되는 부호어를 상기 제1 LDPC 부호 디코더 및 제2 LDPC 부호 디코더가 수신하여 디코딩을 수행하도록 제어하는 디코딩 제어부를 더 포함한다.

<40> 또한, 상기 제1 LDPC 부호 디코더는 상기 홀수 번째 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호시 상기 디인터리버에서 출력되는 결과 데이터를 사용하는 것이 바람직하다.

<41> 또한, 상기 제2 LDPC 부호 디코더는 상기 짝수 번째 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호시 상기 인터리버에서 출력되는 결과 데이터를 사용하는 것이 바람직하다.

- <42> 또한, 상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터에 대한 CRC 검사 실패로 인해 재전송 요청되는 경우, 상기 인코딩 장치로부터 짝수 번째로 LDPC 부호화된 부호어가 재전송되어 상기 제2 LDPC 부호 디코더로 수신되는 것이 바람직하다.
- <43> 또한, 상기 제2 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터에 대한 CRC 검사 실패로 인해 재전송 요청되는 경우, 상기 인코딩 장치로부터 홀수 번째로 LDPC 부호화된 부호어가 재전송되어 상기 제1 LDPC 부호 디코더로 수신되는 것이 바람직하다.
- <44> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 인코딩 장치는,
- <45> 입력 정보 데이터에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 상기 디코딩 장치로 전송하는 제1 LDPC 부호 인코더; 상기 제1 LDPC 부호 인코더에 의해 LDPC 부호화된 데이터를 인터리빙시켜 출력하는 인터리버; 및 상기 입력 정보 데이터에 대해 상기 제1 LDPC 부호 인코더에 직렬로 연결되며, 상기 인터리버에 의해 인터리빙된 결과 데이터에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 상기 디코딩 장치로 전송하는 제2 LDPC 부호 인코더를 포함하며, 상기 제1 LDPC 부호 인코더는 상기 디코딩 장치로부터의 재전송 요청에 따라 상기 입력 정보 데이터의 홀수 번째 전송으로 자신의 출력을 상기 디코딩 장치로 전송하고, 상기 제2 LDPC 부호 인코더는 상기 디코딩 장치로부터의 재전송 요청에 따라 상기 입력 정보 데이터의 짝수 번째 전송으로 자신의 출력을 상기 디코딩 장치로 전송하며, 상기 인코딩 장치에서 전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 최종 출력은 상기 제1 LDPC 부호 디코더에서 출력되는 것이 바람직하다.
- <46> 본 발명의 또 다른 특징에 따른 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치는,

<47> 상기 인코딩 장치에서 전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하는 제1 LDPC 부호 디코더 및 제2 LDPC 부호 디코더; 상기 제1 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 인터리빙시켜 상기 제2 LDPC 부호 디코더로 출력하는 인터리버; 상기 제2 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 디인터리빙시켜 상기 제1 LDPC 부호 디코더로 출력하는 디인터리버를 포함하며, 상기 제1 LDPC 부호 디코더는 상기 인코딩 장치에서 새로이 전송되는 LDPC 부호화된 부호어 및 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치에서 홀수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하고, 상기 제2 LDPC 부호 디코더는 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치에서 짝수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하는 것이 바람직하다.

<48> 여기서, 상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터에 대한 CRC 검사 실패시 전송 오류로 인한 재전송이 상기 인코딩 장치로 요청되는 것이 바람직하다.

<49> 또한, 상기 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치로부터 홀수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대해 상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터에 대한 CRC 검사 실패시, 상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 상기 인터리버, 상기 제2 LDPC 부호 디코더, 상기 디인터리버 및 상기 제1 LDPC 부호 디코더를 사용하여 반복 디코딩하는 것이 바람직하다.

<50> 또한, 상기 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치로부터 짝수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대해 상기 제2 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 후, 상기 디인터리버를 통해 상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터에 대한 CRC 검사 실패시, 상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 상기 인터리버, 상기

제2 LDPC 부호 디코더, 상기 디인터리버 및 상기 제1 LDPC 부호 디코더를 사용하여 반복 디코딩하는 것이 바람직하다.

<51> 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였다. 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 동일한 도면 부호를 붙였다.

<52> 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 재전송 시스템에서 LDPC 부호를 사용하는 인코딩 장치 및 디코딩 장치에 대하여 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

<53> 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 재전송 시스템에서 LDPC 부호를 사용하는 인코딩 장치(100) 및 디코딩 장치(200)의 블록도이다.

<54> 인코딩 장치(100)는 인터리버(110), LDPC 부호 인코더1(120) 및 LDPC 부호 인코더2(130)를 포함한다.

<55> LDPC 부호 인코더1(120)은 정보 신호에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 LDPC 부호화된 신호를 출력한다.

<56> 이러한 LDPC 부호 인코더1(120)로는 Thomas J. Richardson과 M. Amin Shokrollahi 등의 "Design of Capacity-Approaching Irregular Low-Density Parity-Check Codes" (IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, VOL. 47, NO.2, FEBRUARY 2001)에서 개시된 LDPC 인코더가 사용될 수 있다.

- <57> 인터리버(110)는 정보 신호를 인터리빙시켜 LDPC 부호 인코더2(130)로 출력한다.
이러한 인터리버(110)로는 종래 잘 알려져 있는 인터리버가 사용될 수 있으며, 예를 들어 랜덤 인터리버 또는 3GPP TS 25.212 WCDMA 물리계층 규격에서 사용하는 터보내부 인터리버, 블록 인터리버 등이 있다.
- <58> LDPC 부호 인코더2(130)는 인터리버(110)에서 출력되는 신호에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 LDPC 부호화된 신호를 출력한다. 이 LDPC 부호 인코더2(130)도 LDPC 부호 인코더1(120)을 참조하여 설명한 인코더가 사용될 수 있다.
- <59> LDPC 부호 인코더1(120)과 LDPC 부호 인코더2(130)는 정보 신호에 대해 병렬로 배치된다.
- <60> 이와 같이, 두 개의 인코더(120, 130)를 병렬로 배치하는 경우, 두 인코더(120, 130)를 동등한 것을 사용하면, 즉 두 개의 인코더(120, 130)가 동일한 정보 신호 입력에 대해 동일한 LDPC 부호화를 수행하는 경우, 디코딩 장치(200)에서도 동일한 LDPC 디코딩을 수행하는 두 개의 디코더를 사용하게 되어 구현시 1개의 인코더와 디코더로 구현이 가능하게 되어 시스템의 복잡도 증가는 그리 크지 않은 반면에 두 개의 인코더에 의한 신호 복원 능력이 향상되므로 성능이 향상된다.
- <61> LDPC 부호 인코더1(120)는 생성 매트릭스 $G(G=G_{i,j}=1/0)$ 또는 체크 매트릭스로 표현되며, 입력 정보 신호 $I(I=I_0, I_1, I_2, \dots, I_k)$ 를 입력받아 $I \cdot G=C$ (C 는 부호어)를 출력하거나, 페리티 체크 매트릭스 $H(H=H_{i,j}=1/0)$ 가 아래 삼각형(Lower triangular) 형태의 매트릭스 또는 이와 유사한 경우, $C \cdot H=0$ 이 만족하도록 I 와 H 의 관계식을 설정하여 연산을 수행하여 부호어 C 를 출력한다.

<62> 상기한 패리티 체크 매트릭스 H는 다음의 수학식 1과 같이 행과 열에 1의 수가 규칙적인 경우와 수학식 2와 같이 비규칙적인 경우로 나눌 수 있다. 규칙적인 경우를 정규적인 LDPC 부호(regular LDPC codes), 비규칙적인 경우를 비정규적인 LDPC 부호(irregular LDPC codes)라 한다. 본 발명의 실시예에서는 정규적인 LDPC 부호와 비정규적인 LDPC 부호 모두에 사용될 수 있다.

<63> [수학식 1]

<64>
$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

<65> [수학식 2]

<66>
$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

<67> LDPC 부호의 오류정정 능력은 패리티 체크 매트릭스 H에 의해 결정되며, H는 대부분 0(Low Density), 드물게(sparse) 1로 구성된다. 행과 열에서 1의 수를 차수 분포(degree distribution)라 하는데, 차수 분포에 따라 성능이 변화되므로 최적화 과정이 필요하다. LDPC 부호 인코더는 부호율과 부호어의 길이에 따라 최적화된 패리티 체크 매트릭스 H에 대한 정보로 인코딩을 수행하면 성능이 더욱더 향상된다.

<68> LDPC 부호 인코더2(130)는 인터리버(110)를 통해 입력 정보 신호 I가 인터리빙된 출력 신호가 입력되어 LDPC 부호화된다는 것을 제외하고는 상기한 LDPC 부호 인코더 1(120)과 동일하게 동작하므로 상세한 설명을 생략한다.

- <69> LDPC 부호 인코더1(120)은 새로운 정보 신호를 부호화하거나, 디코딩 장치(200)로부터 홀수 번째 재전송 요구가 있는 경우 동일한 정보 신호를 부호화하여 디코딩 장치(200)로 송신한다.
- <70> 반면에, LDPC 부호 인코더2(130)는 디코딩 장치(200)로부터 짝수 번째 재전송 요구가 있는 경우 인터리버(110)의 출력 신호를 부호화하여 디코딩 장치(200)로 송신한다.
- <71> 한편, 디코딩 장치(200)는 LDPC 부호 디코더1(210), 인터리버(220), 디인터리버(230) 및 LDPC 부호 디코더2(240)를 포함한다.
- <72> LDPC 부호 디코더1(210)은 인코딩 장치(100)로부터 전송되어 수신되는 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행한다. 이 때, 재전송 요청에 의해 홀수 번째로 재전송되는 부호어에 대해서는 디인터리버(230)에서 출력되는 데이터와 함께 사용하여 인코딩을 수행한다. 이러한 LDPC 부호 디코더1(210)으로는 LDPC 인코더1(120)에 의해 수행된 부호화에 대응되는 복호를 수행하며, Thomas J. Richardson과 M. Amin Shokrollahi 등의 "Design of Capacity-Approaching Irregular Low-Density Parity-Check Codes"(IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, VOL. 47, NO.2, FEBRUARY 2001)에서 개시된 LDPC 디코더가 사용될 수 있다.
- <73> 인터리버(220)는 LDPC 부호 디코더1(210)에 의해 복호된 데이터를 인터리빙시켜 출력하며, 인코딩 장치(100)의 인터리버(110)와 마찬가지로, 랜덤 인터리버 또는 3GPP TS 25.212 WCDMA 물리계층 규격에서 사용하는 터보내부 인터리버, 블록 인터리버 등이 사용될 수 있다.

- <74> LDPC 부호 디코더2(240)는 짝수 번째 재전송되는 부호어에 대해 인터리버(220)에서 출력되는 신호를 사용하여 LDPC 복호를 수행한다. 이 LDPC 부호 디코더2(240)도 LDPC 부호 디코더1(210)을 참조하여 설명한 디코더가 사용될 수 있다.
- <75> 디인터리버(230)는 LDPC 부호 디코더2(240)에서 출력되는 데이터를 디인터리빙시켜 LDPC 부호 디코더1(210)으로 출력한다.
- <76> 이러한 디인터리버(230)는 인터리버(110, 220)에 의해 결정되며, 상기한 바와 같이 랜덤 인터리버 또는 3GPP TS 25.212 WCDMA 물리계층 규격에서 사용하는 터보내부 인터리버, 블록 인터리버 등에 대응되는 디인터리버가 사용될 수 있다.
- <77> 한편, 디코딩 장치(200)는 LDPC 부호 디코더1(210) 및 LDPC 부호 디코더2(240)에 의해 디코딩된 결과 데이터의 CRC 검사를 수행하여 디코딩 성공/실패 여부를 판정하는 CRC 검사 수단을 더 포함할 수 있다. 이러한 CRC 검사 수단으로는 잘 알려진 기술로써 본 기술분야의 당업자라면 쉽게 이해할 것이므로 상세한 설명은 생략한다. 이러한 CRC 검사 수단은 디코딩 결과로 디코딩 성공/실패 여부를 판정한 후 인코딩 장치(100)로 ACK(디코딩 성공)/NCK(디코딩 실패)의 신호로써 전달한다.
- <78> 인코딩 장치(100)는 디코딩 장치(200)로부터 전송되는 디코딩 성공/실패를 나타내는 ACK/NCK 신호를 받아서 재전송 여부를 판정하고, 재전송이 요구되는 경우 홀수 번째 전송인지 또는 짝수 번째 전송인 지의 여부에 따라 LDPC 부호 인코더1(120) 및 LDPC 부호 인코더2(130)를 제어하여 재전송을 수행하는 인코딩 제어 수단을 포함할 수 있다.

- <79> 또한, 디코딩 장치(200)도 인코딩 장치(100)로부터 새로이 전송되거나 또는 재전송되는 부호어를 LDPC 부호 디코더1(210) 및 LDPC 부호 디코더2(240)로 수신하여 디코딩되도록 제어하는 디코딩 제어 수단을 포함할 수 있다.
- <80> 이하, 본 발명의 실시예에 따른 하이브리드 재전송 시스템에서 LDPC 부호를 사용하는 인코딩 장치 및 디코딩 장치의 동작에 대해 설명한다.
- <81> 먼저, 전송측인 인코딩 장치(100)는 전송을 원하는 정보 신호를 LDPC 부호 인코더1(120)을 사용하여 부호화하여 수신측인 디코딩 장치(200)로 전송한다.
- <82> 만약 디코딩 장치(200)로부터 디코딩 성공에 해당하는 ACK 신호가 전달되면, 인코딩 장치(100)는 새로운 정보 신호를 LDPC 부호 인코더1(120)으로 입력하여 상기와 같은 전송을 반복한다.
- <83> 그러나, 전송 오류 등으로 인해 디코딩 장치(200)로부터 NCK 신호가 전달되어 재전송이 요청되는 경우, 두 번째 이후의 짝수 번째 재전송이면 처음 전송한 정보 신호를 인터리버(110)로 인터리빙시킨 후 LDPC 부호 인코더2(130)로 부호화하여 생성된 부호어를 디코딩 장치(200)로 재전송하고, 만약 홀수 번째 재전송이면 처음 전송한 정보 신호를 LDPC 부호 인코더1(120)을 사용하여 동일하게 부호화하여 생성된 부호어를 디코딩 장치(200)로 전송한다.
- <84> 한편, 수신측인 디코딩 장치(200)는 인코딩 장치(100)로부터의 첫 번째 수신인 경우, LDPC 부호 디코더1(210)으로 디코딩하고 디코딩 결과로 CRC 검사를 수행하여 디코딩 성공 또는 실패를 판정한 후, 디코딩 성공 실패 결과를 ACK(성공의 경우)/NCK(실패의

경우)로 전송측에 전달한다. 상기 CRC 검사 결과, 디코딩 실패로 결정된 경우, 디코딩 결과를 저장하며, 이러한 저장을 위해 특정 저장 장치가 필요하다.

<85> 한편, 디코딩 실패로 인해 인코딩 장치(100)로부터 두 번째 부호어가 수신된 경우, LDPC 부호 디코더2(240)는 LDPC 부호 디코더1(210)에서 처음 수신된 부호어를 디코딩한 결과 데이터를 인터리버(220)를 통해 인터리빙한 결과 데이터와 상기 두 번째 수신된 부호어를 함께 사용하여 디코딩을 수행한다. 또한 CRC 검사 수단은 LDPC 부호 디코더 2(240)에 의해 디코딩된 결과 데이터에 대해서도 CRC 검사를 수행하여 디코딩 성공 또는 실패를 판정하고, CRC 검사가 실패한 경우 인코딩 장치(100)로 재전송을 요구한다.

<86> 세 번째 이후의 홀수 번째 부호어 수신인 경우, LDPC 부호 디코더1(210)은 그 전에 짝수 번째 수신된 부호어를 LDPC 부호 디코더2(240)로 디코딩한 결과 데이터를 디인터리버(230)로 디인터리빙한 결과 데이터와 상기 홀수 번째 수신된 부호어를 함께 사용하여 디코딩을 수행한다. 마찬가지로 디코딩된 결과로 CRC 검사가 수행된 후 디코딩 성공/실패 여부가 판정되고 필요시 재전송 요청이 인코딩 장치(100)로 전송된다.

<87> 네 번째 이후의 짝수 번째 수신인 경우, LDPC 부호 디코더2(240)는 그 전에 홀수 번째 수신된 부호어를 LDPC 부호 디코더1(210)에 의해 디코딩된 결과 데이터를 인터리버(220)로 인터리빙시킨 결과 데이터와 상기 짝수 번째 수신된 부호어를 함께 사용하여 디코딩을 수행한다. 마찬가지로 디코딩된 결과로 CRC 검사가 수행된 후 디코딩 성공/실패 여부가 판정되고 필요시 재전송 요청이 인코딩 장치(100)로 전송된다.

<88> 여기에서, 첫 번째 수신 부호어의 최종 출력은 LDPC 부호 디코더1(210)에서 출력되고, 두 번째 이후의 수신 부호어의 최종 출력은 디인터리버(230)에서 출력된다.

- <89> 상기한 바와 같이, 본 발명의 실시예에서는 두 개의 LDPC 부호 인코더(120, 130)를 사용하며 재전송시 LDPC 부호 인코더(120)에 의해 인코딩된 결과는 홀수 번째로 재전송되고, LDPC 부호 인코더(130)에 의해 인코딩된 결과는 짝수 번째로 재전송된다.
- <90> 도 1을 참조하여 설명한 터보 부호의 경우에도 두 개의 인코더를 사용하지만, 터보 부호의 경우에는 첫 번째 전송에 두 개의 인코더에서 인코딩된 결과를 동시에 디코딩 장치로 전송하므로 본 발명의 실시예에 따른 인코딩 장치와 차이가 있다.
- <91> 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 하이브리드 재전송 시스템에서 LDPC 부호를 사용하는 인코딩 장치(300) 및 디코딩 장치(400)의 블록도이다.
- <92> 인코딩 장치(300)는 LDPC 부호 인코더1(310), 인터리버(320) 및 LDPC 부호 인코더 2(330)를 포함한다.
- <93> LDPC 부호 인코더1(310)은 정보 신호에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 LDPC 부호화된 신호를 출력한다.
- <94> 이러한 LDPC 부호 인코더1(310)으로는 상기한 바와 같이 Thomas J. Richardson과 M. Amin Shokrollahi 등의 "Design of Capacity-Approaching Irregular Low-Density Parity-Check Codes"(IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, VOL. 47, NO.2, FEBRUARY 2001)에서 개시된 LDPC 인코더가 사용될 수 있다.
- <95> 인터리버(320)는 LDPC 부호 인코더1(310)에 의해 인코딩된 부호어를 인터리빙시켜 LDPC 부호 인코더2(330)로 출력한다. 이러한 인터리버(320)로는 상기한 바와 같이 랜덤 인터리버 또는 3GPP TS 25.212 WCDMA 물리계층 규격에서 사용하는 터보내부 인터리버, 블록 인터리버 등이 사용될 수 있다.

- <96> LDPC 부호 인코더2(330)는 인터리버(310)에서 출력되는 신호에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 LDPC 부호화된 신호를 출력한다. 이 LDPC 부호 인코더2(330)도 LDPC 부호 인코더1(310)을 참조하여 설명한 인코더가 사용될 수 있다.
- <97> 한편, LDPC 부호 인코더1(310)과 LDPC 부호 인코더2(330)는 정보 신호에 대해 직렬로 배치된다. 즉, 연속적으로 배치된다.
- <98> LDPC 부호 인코더1(310)은 새로운 정보 신호를 부호화하거나, 디코딩 장치(400)로부터 홀수 번째 재전송 요구가 있는 경우 동일한 정보 신호를 부호화하여 디코딩 장치(400)로 송신한다.
- <99> 반면에, LDPC 부호 인코더2(330)는 디코딩 장치(400)로부터 짝수 번째 재전송 요구가 있는 경우 인터리버(320)의 출력 신호를 부호화하여 디코딩 장치(400)로 송신한다. 이 때, 인터리버(320)의 출력은 본 발명의 제1 실시예에서와 달리 LDPC 부호 인코더1(310)에 의해 미리 인코딩된 부호어를 인터리빙시킨 것이라는 점에 차이가 있으며, 이러한 차이가 디코딩 장치(400)에도 적용된다.
- <100> 한편, 디코딩 장치(400)는 LDPC 부호 디코더1(440), 인터리버(430), 디인터리버(420) 및 LDPC 부호 디코더2(410)를 포함한다.
- <101> LDPC 부호 디코더1(440)은 인코딩 장치(300)에서 전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행한다. 이 때, 재전송 요청에 의해 홀수 번째로 재전송되는 부호어에 대해서는 디인터리버(420)에서 출력되는 데이터와 함께 사용하여 인코딩을 수행한다. 이러한 LDPC 부호 디코더1(440)으로는 LDPC 인코더1(310)에 의해 수행된 부호화에 대응되는 복호를 수행하며, Thomas J. Richardson과 M. Amin Shokrollahi 등의 "Design

of Capacity-Approaching Irregular Low-Density Parity-Check Codes"(IEEE TRANSACTIONS ON INFORMATION THEORY, VOL. 47, NO.2, FEBRUARY 2001)에서 개시된 LDPC 디코더가 사용될 수 있다.

- <102> 인터리버(430)는 LDPC 부호 디코더1(440)에 의해 복호된 데이터를 인터리빙시켜 출력하며, 인코딩 장치(300)의 인터리버(320)와 마찬가지로, 랜덤 인터리버 또는 3GPP TS 25.212 WCDMA 물리계층 규격에서 사용하는 터보내부 인터리버, 블록 인터리버 등이 사용될 수 있다.
- <103> LDPC 부호 디코더2(410)는 짝수 번째 재전송되는 부호어에 대해 인터리버(430)에서 출력되는 신호를 사용하여 LDPC 복호를 수행한다. 이 LDPC 부호 디코더2(410)도 LDPC 부호 디코더1(440)을 참조하여 설명한 디코더가 사용될 수 있다.
- <104> 디인터리버(420)는 LDPC 부호 디코더2(410)에서 출력되는 데이터를 디인터리빙시켜 LDPC 부호 디코더1(440)으로 출력한다.
- <105> 이러한 디인터리버(420)는 인터리버(320, 430)에 의해 결정되며, 상기한 바와 같이 랜덤 인터리버 또는 3GPP TS 25.212 WCDMA 물리계층 규격에서 사용하는 터보내부 인터리버, 블록 인터리버 등에 대응되는 디인터리버가 사용될 수 있다.
- <106> 한편, 디코딩 장치(400)는 LDPC 부호 디코더1(440)에 의해 디코딩된 결과 데이터의 CRC 검사를 수행하여 디코딩 성공/실패 여부를 판정하는 CRC 검사 수단을 더 포함할 수 있다. 이러한 CRC 검사 수단으로는 잘 알려진 기술로써 본 기술분야의 당업자라면 쉽게 이해할 것이므로 상세한 설명은 생략한다. 이러한 CRC 검사 수단은 디코딩 결과로 디코

딩 성공/실패 여부를 판정한 후 인코딩 장치(300)로 ACK(디코딩 성공)/NCK(디코딩 실패)의 신호로써 전달한다.

<107> 또한, 인코딩 장치(300)는 디코딩 장치(400)로부터 전송되는 디코딩 성공/실패를 나타내는 ACK/NCK 신호를 받아서 재전송 여부를 판정하고, 재전송이 요구되는 경우 홀수 번째 전송인지 또는 짝수 번째 전송인 지의 여부에 따라 LDPC 부호 인코더1(310) 및 LDPC 부호 인코더2(330)를 제어하여 재전송을 수행하는 인코딩 제어 수단을 포함할 수 있다.

<108> 또한, 디코딩 장치(400)도 인코딩 장치(300)로부터 새로이 전송되거나 또는 재전송되는 부호어를 LDPC 부호 디코더1(440) 및 LDPC 부호 디코더2(410)로 수신하여 디코딩되도록 제어하는 디코딩 제어 수단을 포함할 수 있다.

<109> 본 발명의 제2 실시예에 따른 디코딩 장치(400)에서는 인코딩 장치(300)의 LDPC 부호 인코더1(310)과 LDPC 부호 인코더2(330)가 인터리버(320)를 사이에 두고 직렬로 연속적으로 배치되어 있기 때문에 LDPC 부호 디코더1(440)에 의해 디코딩된 결과 데이터가 최종 출력 신호가 된다. 따라서, 본 발명의 제1 실시예에서는 CRC 검사 수단이 LDPC 부호 디코더1(210)의 결과 데이터와 LDPC 부호 디코더2(240)의 결과 데이터 각각에 대해 CRC 검사를 수행하여 디코딩 성공/실패 여부를 판정하지만, 본 발명의 제2 실시예에서는 CRC 검사 수단이 LDPC 부호 디코더1(440)의 결과 데이터에 대해서만 CRC 검사를 수행하여 디코딩 성공/실패 여부를 판정한다.

<110> 또한, 인코딩 장치(300)로부터 재전송되는 부호어에 대해 디코딩된 결과 데이터에 대해 CRC 검사 결과 디코딩 실패로 판정되는 경우, 이 판정 결과를 인코딩 장치(300)로

전송하지 않고, 디인터리버(430), LDPC 부호 디코더2(410), 디인터리버(420) 및 LDPC 부호 디코더1(440)를 수회 거치면서 반복 복호를 수행한다.

<111> 이하, 본 발명의 제2 실시예에 따른 하이브리드 재전송 시스템에서 LDPC 부호를 사용하는 인코딩 장치 및 디코딩 장치의 동작에 대해 설명한다.

<112> 먼저, 전송측인 인코딩 장치(300)는 전송을 원하는 정보 신호를 LDPC 부호 인코더1(310)을 사용하여 부호화하여 수신측인 디코딩 장치(400)로 전송한다.

<113> 만약 디코딩 장치(400)로부터 디코딩 성공에 해당하는 ACK 신호가 전달되면, 인코딩 장치(300)는 새로운 정보 신호를 LDPC 부호 인코더1(310)으로 입력하여 상기와 같은 전송을 반복한다.

<114> 그러나, 전송 오류 등으로 인해 디코딩 장치(400)로부터 NCK 신호가 전달되어 재전송이 요청되는 경우, 두 번째 이후의 짝수 번째 재전송이면 LDPC 부호 인코더1(310)으로 부호화한 부호어를 인터리버(320)로 인터리빙시킨 후 LDPC 부호 인코더2(330)로 부호화하여 생성된 부호어를 디코딩 장치(400)로 재전송하고, 만약 홀수 번째 재전송이면 처음 전송한 정보 신호를 LDPC 부호 인코더1(310)을 사용하여 동일하게 부호화하여 생성된 부호어를 디코딩 장치(400)로 전송한다.

<115> 한편, 수신측인 디코딩 장치(400)는 인코딩 장치(300)로부터의 첫 번째 수신인 경우, LDPC 부호 디코더1(440)으로 반복 디코딩하고 디코딩 결과로 CRC 검사를 수행하여 디코딩 성공 또는 실패를 판정한 후, 디코딩 성공 실패 결과를 ACK(성공의 경우)/NCK(실패의 경우)로 전송측에 전달한다. 상기 CRC 검사 결과, 디코딩 실패로 결정된 경우, 디코딩 결과를 저장하며, 이러한 저장을 위해 특정 저장 장치가 필요하다.

<116> 한편, 디코딩 실패로 인해 인코딩 장치(300)로부터 두 번째 부호어가 수신된 경우, LDPC 부호 디코더2(410)는 LDPC 부호 디코더1(440)에서 처음 수신된 부호어를 디코딩한 결과 데이터를 인터리버(430)를 통해 인터리빙한 결과 데이터와 상기 두 번째 수신된 부호어를 함께 사용하여 반복 디코딩을 수행한 후, 결과 데이터를 디인터리버(420)를 통해 디인터리빙시켜 LDPC 부호 디코더1(440)으로 입력시킨다. LDPC 부호 디코더1(440)은 디인터리버(420)로부터 입력되는 디코딩된 결과 데이터와 첫 번째 수신된 부호어를 함께 사용하여 반복 디코딩을 수행하고, 디코딩 결과로 CRC 검사를 수행하여 디코딩 성공 또는 실패를 판정한 후, 디코딩 성공으로 판정되는 경우 ACK(성공의 경우) 신호로 전송측에 전달한다.

<117> 그러나, 디코딩이 실패로 판정되는 경우, LDPC 부호 디코더1(440)의 결과 데이터를 인터리버(430)를 통해 인터리빙시켜 LDPC 부호 디코더2(410)로 입력하여 다시 반복 디코딩하고, 그 결과를 디인터리버(420)를 통해 디인터리빙시켜 LDPC 부호 디코더1(440)으로 입력시켜 반복 디코딩 시킨다. 그 후, 다시 CRC 검사를 수행하여 디코딩 성공/실패 여부를 판정한 후, 성공으로 판정되는 경우 ACK 신호로 인코딩 장치(300)로 전달하고, 만약 실패로 판정되는 경우 다시 상기한 디코딩을 반복 수행한다. 특정된 횟수의 반복 디코딩 이후의 결과가 디코딩 실패로 판정되는 경우 실패를 나타내는 NAK 신호를 인코딩 장치(300)로 전달하여 추후의 재전송이 이루어질 수 있도록 한다.

<118> 요약하면, 디코딩 장치(400)에서 홀수 번째 수신인 경우, LDPC 부호 디코더1(440)가 그 전에 짝수 번째로 수신한 부호어의 디코딩 출력과 현재 수신한 홀수 번째 수신 부호어를 함께 사용하여 반복 디코딩을 수행하고, 디코딩이 실패하는 경우 특정 횟수만큼

인터리버(430) 및 디인터리버(420)를 사이에 두고 LDPC 부호 디코더2(410)와 LDPC 부호 디코더1(440)에서 반복 디코딩을 수행한다.

<119> 한편, 디코딩 장치(400)에서 짝수 번째 수신인 경우, LDPC 부호 디코더2(410)가 현재 수신한 짝수 번째 수신 부호어를 사용하여 디코딩하고, 그 결과와 그 전에 홀수 번째 디코딩한 결과를 함께 사용하여 LDPC 부호 디코더1(440)에서 디코딩을 수행한다. CRC 검사로 디코딩 실패가 판정되는 경우 특정 횟수만큼 인터리버(430) 및 디인터리버(420)를 사이에 두고 LDPC 부호 디코더2(410)와 LDPC 부호 디코더2(440)에서 반복 디코딩을 수행한다.

<120> 비록, 본 발명이 가장 실제적이며 바람직한 실시예를 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 상기 개시된 실시예에 한정되지 않으며, 후술되는 특허청구범위 내에 속하는 다양한 변형 및 등가물들도 포함한다.

【발명의 효과】

<121> 본 발명에 따르면, LDPC 부호를 사용하기 때문에, 터보코드의 에러플로 현상이 완화되고, 디코딩시간의 감소로 데이터 전송효율(data throughput)이 증가된다.

<122> 또한, LDPC 부호의 인코더간에 인터리버를 두어서 인코딩을 수행하므로, 디코더1과 디코더2에서 서로 다른 이웃 심볼로부터 정보를 얻어 디코딩하므로, 왜곡된 신호들을 복원할 수 있는 확률이 높아져 더 많은 코딩이득을 얻어, 패킷데이터 전송 효율을 높일 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

하이브리드 재전송 시스템에서 입력 정보 데이터를 LDPC(Low Density Parity Check) 부호를 사용하여 부호화하여 디코딩 장치로 전송하는 인코딩 장치에 있어서,

입력 정보 데이터에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 상기 디코딩 장치로 전송하는 제1 LDPC 부호 인코더;

상기 입력 정보 데이터를 인터리빙시켜 출력하는 인터리버; 및

상기 입력 정보 데이터에 대해 상기 제1 LDPC 부호 인코더와 병렬되게 위치하며, 상기 인터리버에 의해 인터리빙된 입력 정보 데이터에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 상기 디코딩 장치로 전송하는 제2 LDPC 부호 인코더

를 포함하며,

상기 제1 LDPC 부호 인코더는 상기 디코딩 장치로부터의 재전송 요청에 따라 상기 입력 정보 데이터의 홀수 번째 전송으로 자신의 출력을 상기 디코딩 장치로 전송하고,

상기 제2 LDPC 부호 인코더는 상기 디코딩 장치로부터의 재전송 요청에 따라 상기 입력 정보 데이터의 짝수 번째 전송으로 자신의 출력을 상기 디코딩 장치로 전송하는

것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 인코딩 장치.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 디코딩 장치로부터 재전송이 요청되는 경우, 홀수 번째 전송을 위해 상기 제1 LDPC 부호 인코더를 제어하고, 짝수 번째 전송을 위해 상기 제2 LDPC 부호 인코더를 제어하는 인코딩 제어부를 더 포함하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 인코딩 장치.

【청구항 3】

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 제1 LDPC 부호 인코더 및 제2 LDPC 부호 인코더는 동일한 생성 매트릭스 및 패리티 체크 매트릭스를 가지는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 인코딩 장치.

【청구항 4】

제3항에 있어서,

상기 디코딩 장치의 재전송 요청에 대해 체이스 결합(chase combineing) 방식에 따라 상기 제1 LDPC 부호 인코더 및 제2 LDPC 부호 인코더가 재전송을 수행하는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 인코딩 장치.

【청구항 5】

하이브리드 재전송 시스템에서 인코딩 장치로부터 LDPC(Low Density Parity Check) 부호를 사용하여 부호화된 부호어를 수신하여 복호하는 디코딩 장치에 있어서,

상기 인코딩 장치에서 전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하는 제1 LDPC 부호 디코더 및 제2 LDPC 부호 디코더;

상기 제1 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 인터리빙시켜 상기 제2 LDPC 부호 디코더로 출력하는 인터리버;

상기 제2 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 디인터리빙시켜 상기 제1 LDPC 부호 디코더로 출력하는 디인터리버

를 포함하며,

상기 제1 LDPC 부호 디코더는 상기 인코딩 장치에서 새로이 전송되는 LDPC 부호화된 부호어 및 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치에서 홀수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하고,

상기 제2 LDPC 부호 디코더는 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치에서 짝수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하며,

상기 인코딩 장치에서 새로이 전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 최종 출력은 상기 제1 LDPC 부호 디코더에서 출력되고,

상기 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치에서 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 최종 출력은 상기 디인터리버에서 출력되는

것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【청구항 6】

제5항에 있어서,

상기 제1 LDPC 부호 디코더 및 제2 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터의 CRC 검사를 수행하는 CRC 검사부; 및

상기 CRC 검사부에 의해 수행된 CRC 검사 결과에 따라 디코딩 성공/실패 여부를 판정하여 상기 인코딩 장치로 전달하고, 상기 인코딩 장치로부터 새로이 전송되거나 재전송되는 부호어를 상기 제1 LDPC 부호 디코더 및 제2 LDPC 부호 디코더가 수신하여 디코딩을 수행하도록 제어하는 디코딩 제어부

를 더 포함하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【청구항 7】

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 제1 LDPC 부호 디코더는 상기 홀수 번째 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호시 상기 디인터리버에서 출력되는 결과 데이터를 사용하는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【청구항 8】

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 제2 LDPC 부호 디코더는 상기 짝수 번째 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호시 상기 인터리버에서 출력되는 결과 데이터를 사용하는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【청구항 9】

제5항 또는 제6항에 있어서,

상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터에 대한 CRC 검사 실패로 인해 재전송 요청되는 경우, 상기 인코딩 장치로부터 짝수 번째로 LDPC 부호화된 부호어가

재전송되어 상기 제2 LDPC 부호 디코더로 수신되는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【청구항 10】

제5항 또는 제6에 있어서,

상기 제2 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터에 대한 CRC 검사 실패로 인해 재전송 요청되는 경우, 상기 인코딩 장치로부터 홀수 번째로 LDPC 부호화된 부호어가 재전송되어 상기 제1 LDPC 부호 디코더로 수신되는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【청구항 11】

하이브리드 재전송 시스템에서 입력 정보 데이터를 LDPC(Low Density Parity Check) 부호를 사용하여 부호화하여 디코딩 장치로 전송하는 인코딩 장치에 있어서,

입력 정보 데이터에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 상기 디코딩 장치로 전송하는 제1 LDPC 부호 인코더;

상기 제1 LDPC 부호 인코더에 의해 LDPC 부호화된 데이터를 인터리빙시켜 출력하는 인터리버; 및

상기 입력 정보 데이터에 대해 상기 제1 LDPC 부호 인코더에 직렬로 연결되며, 상기 인터리버에 의해 인터리빙된 결과 데이터에 대한 LDPC 부호화를 수행하여 상기 디코딩 장치로 전송하는 제2 LDPC 부호 인코더

를 포함하며,

상기 제1 LDPC 부호 인코더는 상기 디코딩 장치로부터의 재전송 요청에 따라 상기 입력 정보 데이터의 홀수 번째 전송으로 자신의 출력을 상기 디코딩 장치로 전송하고,

상기 제2 LDPC 부호 인코더는 상기 디코딩 장치로부터의 재전송 요청에 따라 상기 입력 정보 데이터의 짝수 번째 전송으로 자신의 출력을 상기 디코딩 장치로 전송하며

상기 인코딩 장치에서 전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 최종 출력은 상기 제1 LDPC 부호 디코더에서 출력되는

것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 인코딩 장치.

【청구항 12】

제11항에 있어서,

상기 디코딩 장치로부터 재전송이 요청되는 경우, 홀수 번째 전송을 위해 상기 제1 LDPC 부호 인코더를 제어하고, 짝수 번째 전송을 위해 상기 제2 LDPC 부호 인코더를 제어하는 인코딩 제어부를 더 포함하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 인코딩 장치.

【청구항 13】

제11항 또는 제12항에 있어서,

상기 디코딩 장치의 재전송 요청에 대해 체이스 결합(chase combineing) 방식에 따라 상기 제1 LDPC 부호 인코더 및 제2 LDPC 부호 인코더가 재전송을 수행하는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 인코딩 장치.

【청구항 14】

하이브리드 재전송 시스템에서 인코딩 장치로부터 LDPC(Low Density Parity Check) 부호를 사용하여 부호화된 부호어를 수신하여 복호하는 디코딩 장치에 있어서,

상기 인코딩 장치에서 전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하는 제1 LDPC 부호 디코더 및 제2 LDPC 부호 디코더;

상기 제1 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 인터리빙시켜 상기 제2 LDPC 부호 디코더로 출력하는 인터리버;

상기 제2 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 디인터리빙시켜 상기 제1 LDPC 부호 디코더로 출력하는 디인터리버

를 포함하며,

상기 제1 LDPC 부호 디코더는 상기 인코딩 장치에서 새로이 전송되는 LDPC 부호화된 부호어 및 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치에서 홀수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하고,

상기 제2 LDPC 부호 디코더는 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치에서 짝수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호를 수행하는

것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【청구항 15】

제14항에 있어서,

상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터의 CRC 검사를 수행하는 CRC 검사부; 및

상기 CRC 검사부에 의해 수행된 CRC 검사 결과에 따라 디코딩 성공/실패 여부를 판정하여 상기 인코딩 장치로 전달하고, 상기 인코딩 장치로부터 새로이 전송되거나 재전송되는 부호어를 상기 제1 LDPC 부호 디코더 및 제2 LDPC 부호 디코더가 수신하여 디코딩을 수행하도록 제어하는 디코딩 제어부

를 더 포함하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【청구항 16】

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 제1 LDPC 부호 디코더는 상기 홀수 번째 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호시 상기 디인터리버에서 출력되는 결과 데이터를 사용하는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【청구항 17】

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 제2 LDPC 부호 디코더는 상기 짝수 번째 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대한 LDPC 복호시 상기 인터리버에서 출력되는 결과 데이터를 사용하는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【청구항 18】

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터에 대한 CRC 검사 실패시 전송 오류로 인한 재전송이 상기 인코딩 장치로 요청되는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【청구항 19】

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치로부터 홀수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대해 상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터에 대한 CRC 검사 실패시, 상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 상기 인터리버, 상기 제2 LDPC 부호 디코더, 상기 디인터리버 및 상기 제1 LDPC 부호 디코더를 사용하여 반복 디코딩하는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

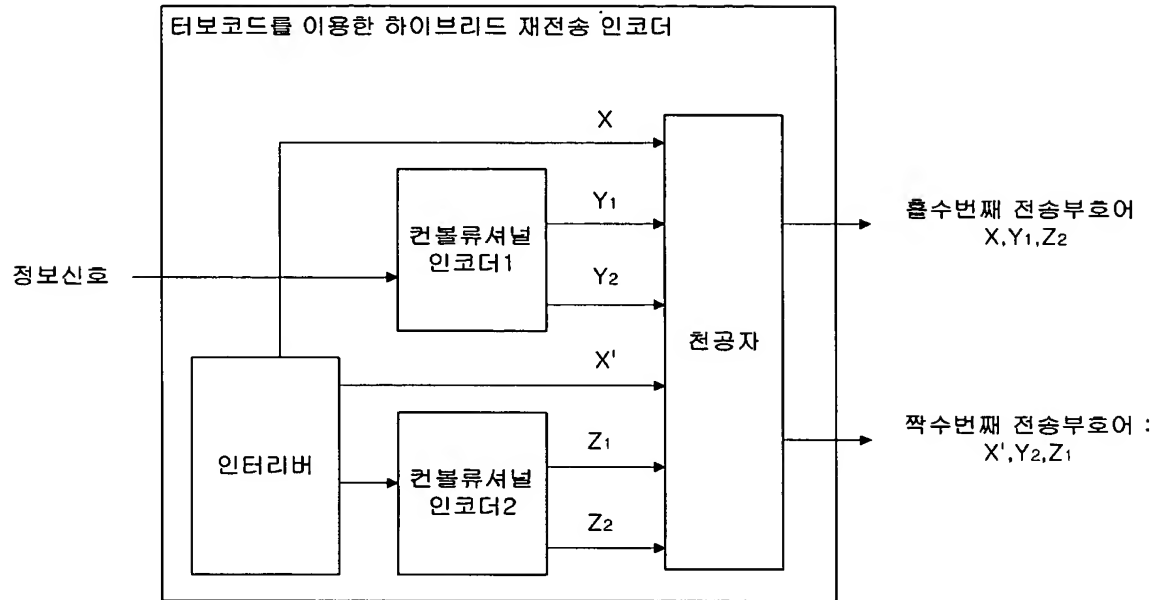
【청구항 20】

제14항 또는 제15항에 있어서,

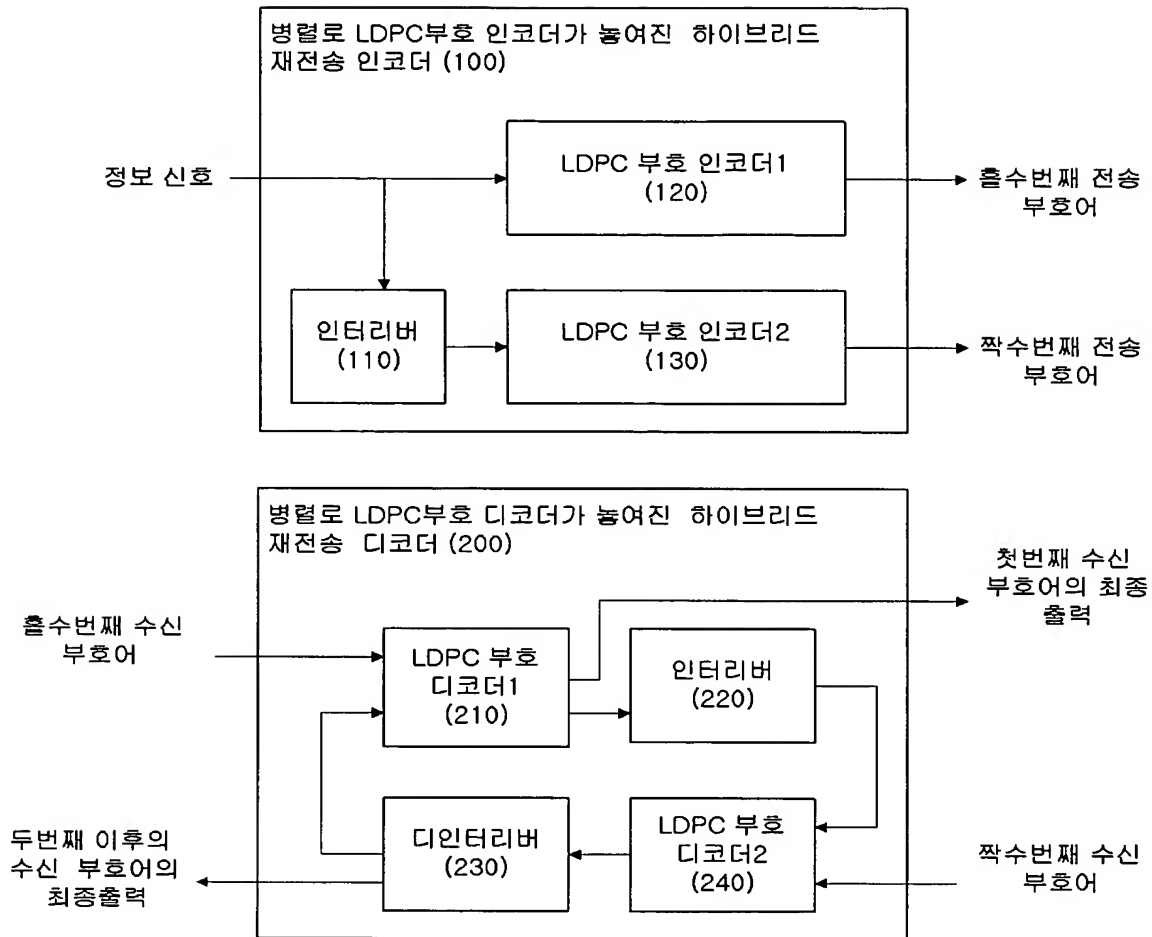
상기 전송 오류로 인해 상기 인코딩 장치로부터 짝수 번째로 재전송되는 LDPC 부호화된 부호어에 대해 상기 제2 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 후, 상기 디인터리버를 통해 상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터에 대한 CRC 검사 실패시, 상기 제1 LDPC 부호 디코더에 의해 복호된 결과 데이터를 상기 인터리버, 상기 제2 LDPC 부호 디코더, 상기 디인터리버 및 상기 제1 LDPC 부호 디코더를 사용하여 반복 디코딩하는 것을 특징으로 하는 LDPC 부호를 사용하는 하이브리드 재전송 시스템의 디코딩 장치.

【도면】

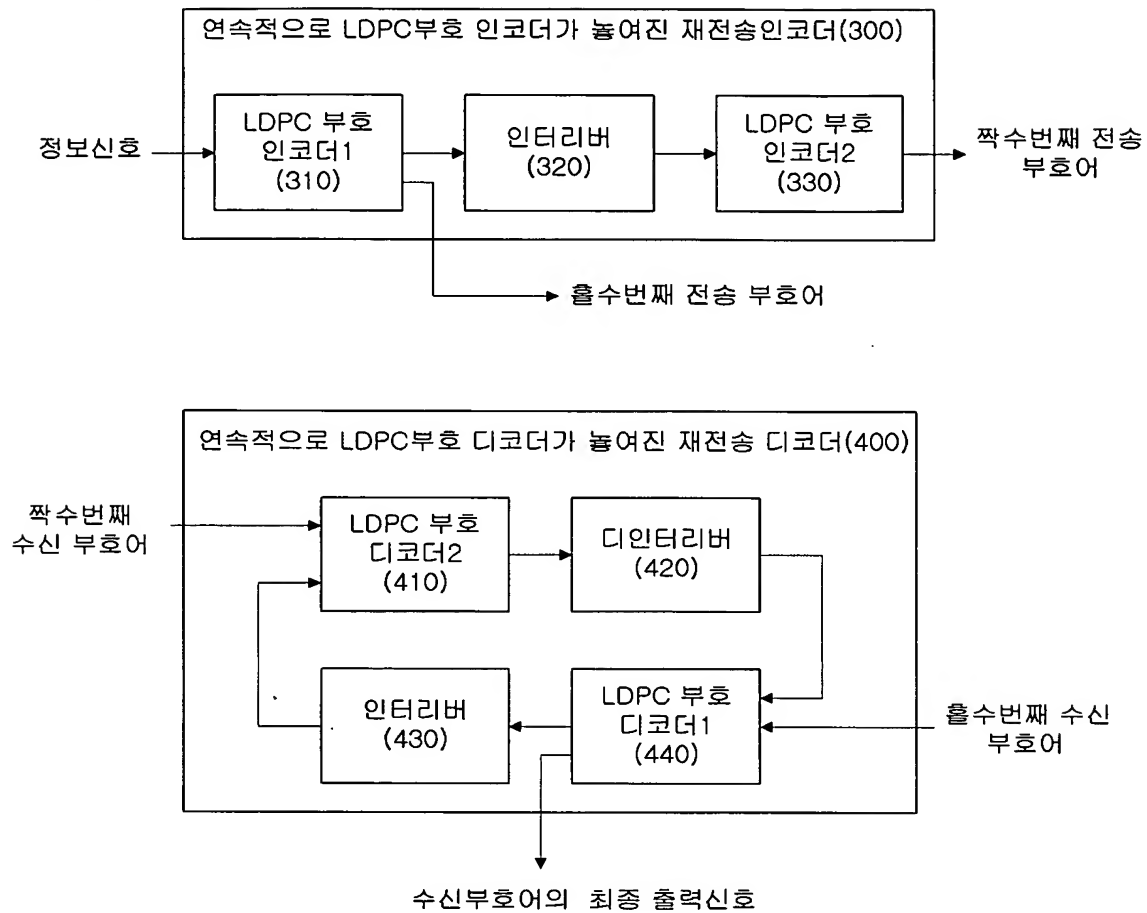
【도 1】



【도 2】



【도 3】



【도 4】

